

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
Escuela académico profesional de ingeniería ambiental

PROYECTO

“Desarrollo de alternativas sostenibles de monitoreo y
biorremediación de las aguas del río Santa”

INFORME

“Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de las
aguas del río Santa”

Rolando Cesai Cruz Encarnación

El presente informe reúne los resultados e interpretación del análisis de los datos de calidad de agua y biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos obtenidos en época de lluvia (Abril de 2012) y de lluvia (Octubre de 2012), como parte de las actividades del proyecto de investigación 'Desarrollo de alternativas sostenibles de monitoreo y biorremediación de las aguas del río Santa'.

Objetivo

- Analizar y correlacionar las variables fisicoquímicas y biológicas de las aguas del río Santa.
- Calcular la calidad del agua del río Santa usando los índices bióticos más representativos.

Metodología

Datos fisicoquímicos y biológicos

Se analizaron los datos de variables físico químicas (conductividad, pH, temperatura, nitratos, oxígeno disuelto, turbidez, sólidos totales disueltos, sólidos totales en suspensión, coliformes y demanda bioquímica de oxígeno) y metales (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Si, Sr, Ti, V, Zn) tomados en 29 estaciones a lo largo del río Santa, y de abundancia de macroinvertebrados bentónicos en 16 estaciones a lo largo del río Santa.

Se calcularon los índices bióticos BMWP (Biological Monitoring Working Party) de España (Alba-Tercedor, 1996) y Colombia (Roldán, 1999), y el ABI (Andean Biotic Index) de Perú (Prat et al., 2009) así como los respectivos ASPT (Average Score per Taxon) para cada uno. El índice BMWP clasifica a las familias de macroinvertebrados de acuerdo a su sensibilidad a la contaminación en una escala del 1 al 10. De acuerdo a ello, las familias más tolerantes tienen un puntaje de 1 y las más sensibles un puntaje de 10. Así, cuando se identifica un miembro de determinada familia en una muestra, se anota el puntaje correspondiente una única vez. Tras la identificación taxonómica de todos los organismos presentes en la muestra, se suman los puntajes de las familias encontradas y se obtiene el valor BMWP o ABI. El valor ASPT se obtuvo dividiendo el valor de los índices entre el número de taxa utilizado para calcularlos. Luego, los valores BMWP y ABI se ubicaron en un rango de puntajes previamente estandarizado para clasificar la calidad de aguas.

Análisis estadístico

Para caracterizar el hábitat de las estaciones de muestreo y describir las variaciones más importantes de los parámetros fisicoquímicos entre todas las muestras, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP). Antes del análisis, se evaluó si las variables tenían una distribución normal mediante una prueba de Shapiro-Wilk. Todas las variables, a excepción de la conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, litio y estroncio, fueron transformadas a logaritmo.

Para examinar los efectos de la variación principal de los parámetros fisicoquímicos en la composición de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los lugares de muestreo y la respuesta predictiva de los índices BMWP y ASPT con respecto a la calidad del ambiente, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). En este análisis

se llevó a cabo un escalamiento tipo 2, que permite una alta correlación entre las

especies. La significancia del primer eje canónico y de los dos ejes canónicos juntos fue evaluada con una prueba de permutación que usó 499 permutaciones bajo un modelo reducido. Tanto el ACP como el ACC fueron realizados con el programa PAST 2.11.

Resultados

Primera salida: Abril de 2012.

Figura 1. Análisis de Componentes Principales de las variables fisicoquímicas en 29 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (abril 2012). MRS = muestra río Santa. Los componentes 1 y 2 explicaron el 60% y 10% de la varianza, respectivamente.

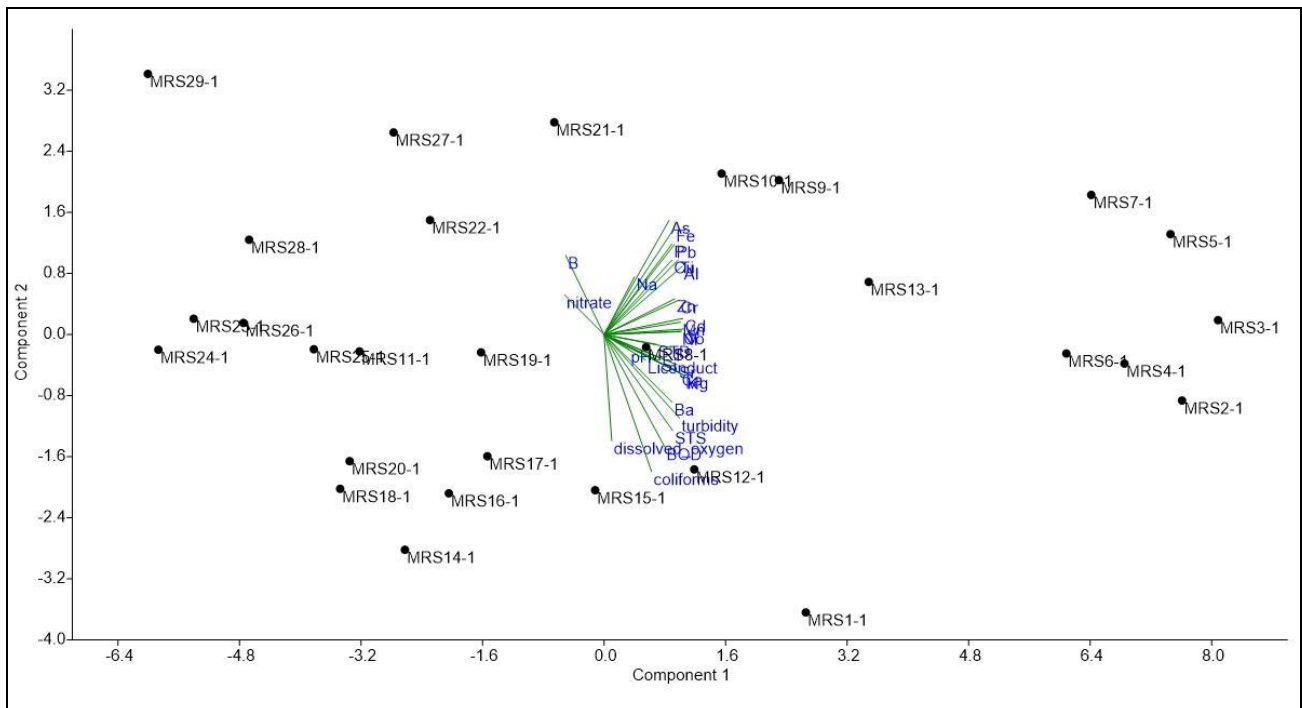


Figura 2. Análisis de Correspondencia Canónica de la comunidad de macroinvertebrados ante la variación de las características fisicoquímicas en 16 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (abril 2012). Los valores propios del eje 1 y 2 fueron 0.96 y 0.82, respectivamente. Ambos ejes explicaron el 51% de los datos de las familias de macroinvertebrados.

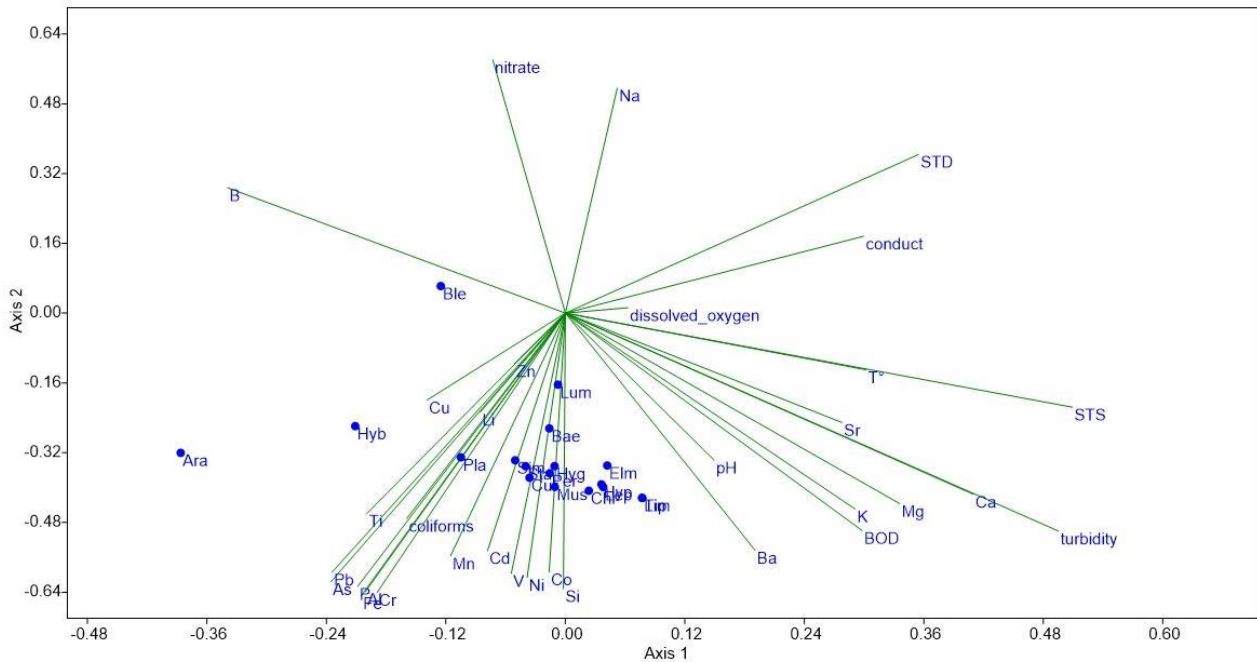
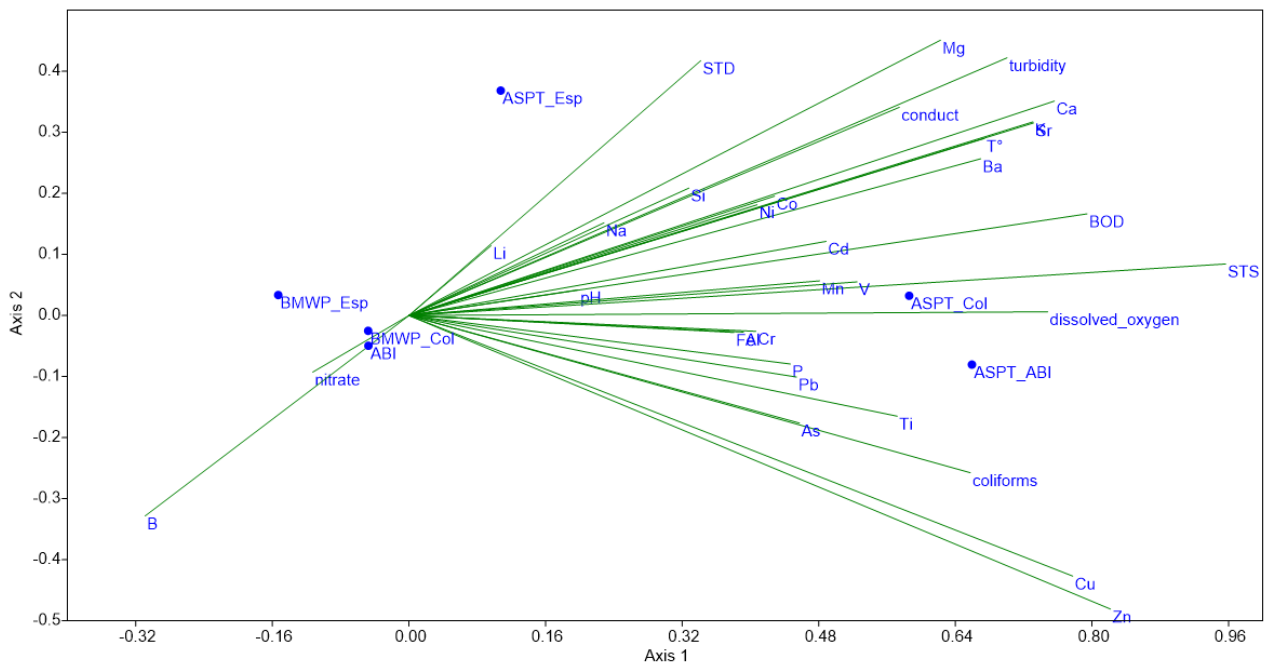


Figura 3. Análisis de Correspondencia Canónica de los índices BMWP, ABI y ASPT ante la variación de las características fisicoquímicas en 16 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (abril 2012). Los valores propios del eje 1 y 2 fueron 0.047 y 0.007, respectivamente. Ambos ejes explicaron el 95% de los datos de los índices.



Segunda salida: Octubre de 2012.

Figura 4. Análisis de Componentes Principales de las variables fisicoquímicas en 29 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (octubre 2012). MRS = muestra río Santa. Los componentes 1 y 2 explicaron el 51% y 10% de la varianza, respectivamente.

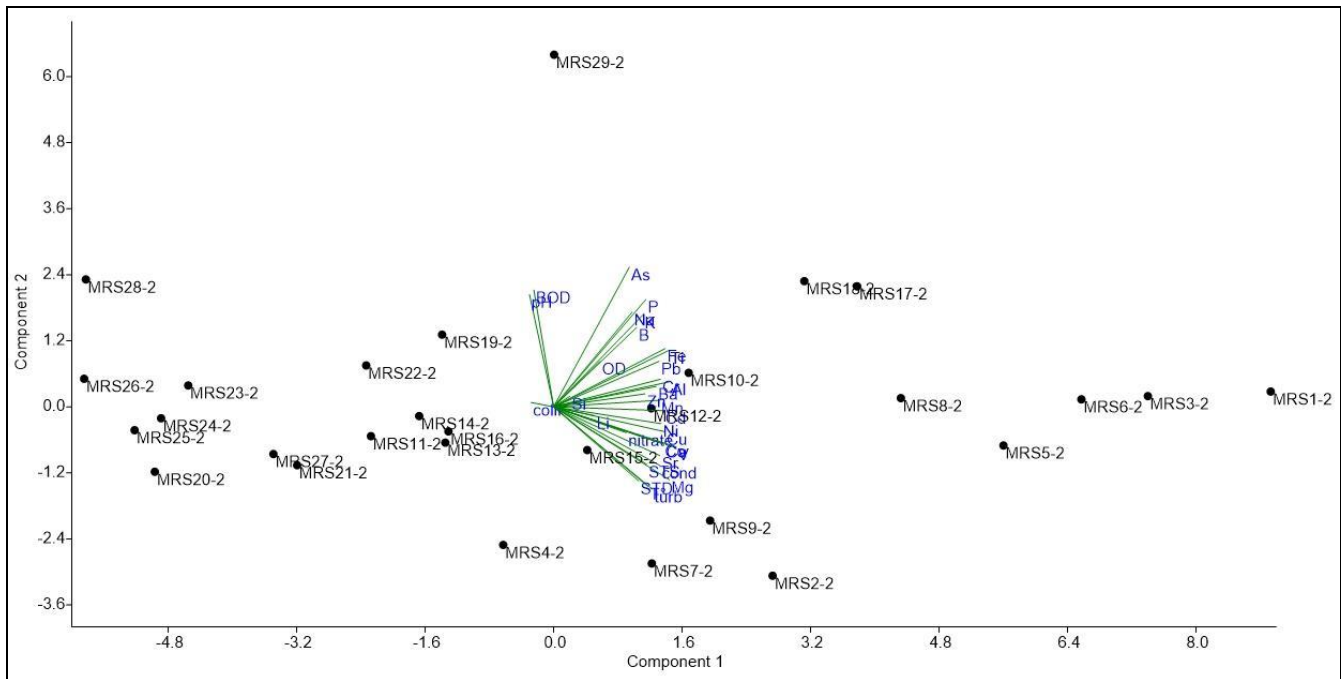


Figura 5. Análisis de Correspondencia Canónica de la comunidad de macroinvertebrados ante la variación de las características fisicoquímicas en 21 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (octubre 2012). Los valores propios del eje 1 y 2 fueron 0.77 y 0.61, respectivamente. Ambos ejes explicaron el 41% de los datos de las familias de macroinvertebrados.

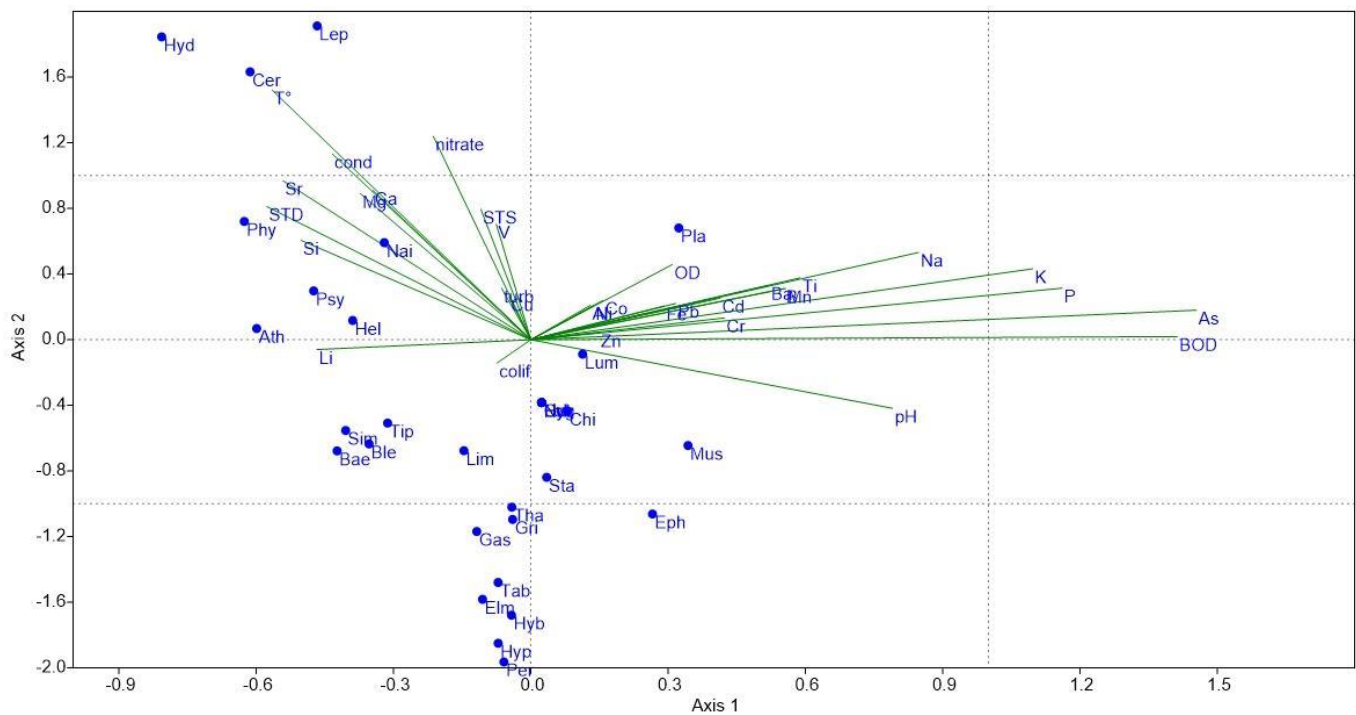
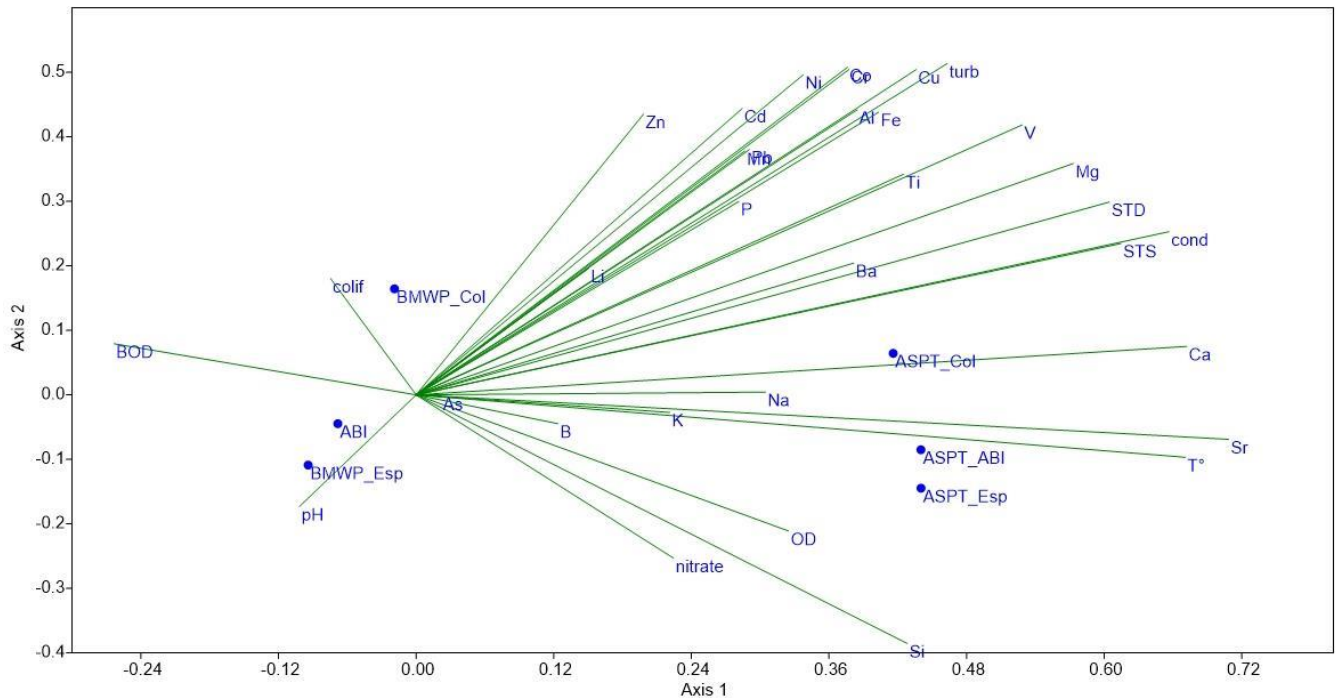


Figura 6. Análisis de Correspondencia Canónica de los índices BMWP, ABI y ASPT ante la variación de las características fisicoquímicas en 21 estaciones de muestreo a lo largo del río Santa (octubre 2012). Los valores propios del eje 1 y 2 fueron 0.026 y 0.013, respectivamente. Ambos ejes explicaron el 95% de los datos de los índices.



Referencias

- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA), Almería, vol II, 203–213.
- Roldán, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 23(88), 375–387.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. & Rieradevall, M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas, en *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos*. E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds). Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Conclusiones

En la primera salida que pertenece a la época de lluvia (Abril) se identificó las estaciones contaminadas, tales como la 2, 3, 4,5, 6, 7 (bocatoma La Huaca-Chinecas y Chavimochic, y confluencia de los ríos Santa y Tablachaca), y en menor medida, la 1, 9, 10, 12 y 13 (confluencia de los ríos Santa y Mantas, central hidroeléctrica de Huallanca, puente Carbonera y Huanchuy). El resto de estaciones podrían considerarse como de referencia, o menos impactadas. Por la presencia de algunas familias como: Baetidae, Leptophlebiidae, Hydroptilidae.

En la segunda salida que pertenece a la época de estiaje (Octubre), se identificó las estaciones contaminadas, tales como la 1, 3, 5, 6, 8, 17 y 18 (Puente Santa, dique de la bocatoma La Huaca-Chinecas, bocatoma Chavimochic, confluencia de los ríos Santa y Tablachaca, y Santa y Mantas, y los puentes Nueva Florida y Jangas), y en menor medida, la

2, 9, 10 y 12 (salida del desarenador de la bocatoma la Huaca-Chinecas, aguas arriba de la confluencia de los ríos Santa y Mantas, aguas abajo de la central hidroeléctrica de Huallanca y el puente Carbonera). El resto de estaciones podrían considerarse como de referencia, o menos impactadas.

La contaminación por metales tiene una fuerte capacidad para estructurar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, y que existen familias que se desarrollan bajo condiciones extremas para la vida como los Chironomidae.